昆 虫 学 报 Acta Entomologica Sinica，October 2004，47(5)：607－611 ISSN 0454-6296

不同柑桔品种上桔全爪螨的生长和种群动态差异

雷慧德，胡军华，李鸿筠，冉　春，张权炳，林邦茂，田文华，钱克明
（中国农业科学院柑桔研究所，重庆　400712）

摘要：通过田间调查、室内盆栽苗接螨、离体叶片饲养等方法，考察了 14 个柑桔品种上桔全爪螨种群动态，组建了其实验种群生命表，结果表明：该螨在各柑桔品种上的种群密度有明显差异，平均密度以北碚 447、台湾晚白柚和垫江白柚上较高，椪柑新生系最低。雌成螨寿命在台湾晚白柚上最长，垫江白柚次之，椪柑新生系最短；产卵量以取食台湾晚白柚时最多，垫江白柚、五步红心柚次之，以椪柑新生系最少；在垫江白柚上的内禀增长率（r_m）最大，沙田柚、台湾晚白柚次之，金弹最小。根据桔全爪螨实验种群的参数判断，金弹和椪柑新生系属抗螨品种，台湾晚白柚、垫江白柚和北碚 447 是感螨品种。从品种归类上来看，柚类品种和甜橙中的北碚 447 感螨程度较高，金柑属的金弹和宽皮柑桔类的椪柑新生系感螨程度较低。甜橙类与宽皮柑桔类比较，前者感螨程度较高，后者相对较低，但宽皮柑桔类的早津感螨程度相对较高。

关键词：柑桔；品种；桔全爪螨；种群动态；抗螨性
中图分类号：Q969　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296(2004)05-0607-05

Performances of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) on various citrus varieties

LEI Hui-De, HU Jun-Hua, LI Hong-Jun, RAN Chun, ZHANG Quan-Bing, LIN Bang-Mao, TIAN Wen-Hua, QIAN Ke-Ming (Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 400712, China)

Abstract: The development and population dynamics of the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor) on 14 citrus varieties were studied by methods of filed test, laboratory experiment, life-tables and reproduction ability. The results indicated that there were significant differences in population density of the mite on different citrus varieties, with that on Beibei 447 sweet orange, Taiwan bampeiyu pummelo and Diangjiang white-flesh pummelo higher, and that on Ponkan NL the lowest. There were also notable discrepancies in the developmental duration, female adult longevity, egg production and other examined parameters of the mite on different varieties in the laboratory: the female adult longevity was the longest on Taiwan bampeiyu pummelo, second longest on Diangjiang white-flesh pummelo, the shortest on Ponkan NL; the egg production was the highest on Taiwan bampeiyu pummelo, second highest on Diangjiang white-flesh pummelo and Wubu red flesh pummelo, the lowest on Ponkan NL; and the innate capacity of increase (r_m) was the biggest on Diangjiang white-flesh pummelo, second biggest on Shatian pummelo and Taiwan bampeiyu pummelo, the smallest on Jin Dan. Judged with the life parameters of the experimental populations of the mite, Jin Dan and Ponkan NL were citrus varieties resistant to the mite, while Taiwan bampeiyu pummelo, Diangjiang white-flesh pummelo and Beibei 447 sweet orange were susceptible to the mite. Considered in larger groups, pummelo varieties and Beibei 447 as sweet orange varieties were more susceptible to the mite; Jin Dan as Fortunella varieties and Ponkan NL as mandarin varieties were less susceptible to the mite; other varieties were moderate in resistance. Between sweet orange varieties and mandarin varieties, the former showed high susceptibility to the mite, while the latter except Zaojin Wase showed low susceptibility.

Key words: Citrus; variety; *Panonychus citri*; population dynamics; resistance to mites

桔全爪螨 *Panonychus citri* (McGregor) 在我国各柑桔产区普遍发生，危害十分严重。每年防治该螨用药少则 3～5 次，多的可达 10 次以上。我国柑桔类作物品种繁多，普遍栽培和国外引进的优良品种

基金项目：农业部“九五”重点项目“苹果、柑桔病虫害综合防治技术研究”(95 农-04-01-01)
作者简介：雷慧德，女，1947 年生，重庆北碚人，副研究员，主要从事柑桔害虫生态学及防治研究，E-mail：zhibaolhd@126.com
收稿日期 Received：2003-08-14；接受日期 Accepted：2004-06-30

有几十种，生产中发现品种间对桔全爪螨的抗性存在不同程度的差异并作过一些调查（李鸿筠，2001）。20世纪60年代至90年代初，国内外学者对植物抗虫性及抗虫育种曾有论述（Marxwell，1985；瞿凤林和袁士畴，1987；Singh *et al*.，1988；轩静渊，1991）。此项工作是在对15种实生材料对桔全爪螨和36个种质材料对潜叶蛾 *Phyllocnistis citrella* Stainton 抗性调查的基础上（雷慧德等，1997）比较其中14个品种对该螨生长发育的影响和抗性差异，为抗螨（虫）育种和筛选抗虫基因提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验材料由我所品种资源室提供，分别栽植于盆钵和同一块试验地。田间试材，每重复3株，每品种3次重复，随机排列定植，树龄3~5年生。其中柚类 *Citrus grandis* 4个，宽皮柑桔类 *C. reticulata* 4个，甜橙类 *C. sinensis* 5个，金柑类 *Fortunella crassifolia* 1个。

1.2 田间调查

4~5月，在田间调查供试品种材料上桔全爪螨种群动态，每周1次，按东、南、西、北四个方位，每方位随机取2张叶片，计数活动螨数量。

1.3 室内盆栽苗接螨

将14个品种盆栽苗置于室内，用脱脂棉蘸水将叶片正、背面轻轻擦洗干净。每盆苗留已展开的春梢叶15张左右。在田间采集14个供试品种叶上的若螨，连叶片一起剪下，放入室内的离体叶上，让其羽化，再接上雄螨与其交配（羽化后立即交配），将交配后的雌成螨分别接于相应供试品种的盆栽苗叶上，每叶5头，每品种3个重复。室内温度20~25℃，相对湿度70%~90%。每周一、周四调查记载每张叶片上各活动螨态的数量。

1.4 实验种群生命表

田间采集14个供试柑桔品种叶片上的桔全爪螨雌成螨，室内分别饲养在相应供试品种的离体叶片上，产卵24 h后去除雌螨。所产卵置于25℃恒温培养箱内，用4 h内孵化的幼螨作为供试螨源。田间采集供试品种叶位相同的春梢叶片，洗净擦干，置于盛水并垫有泡沫海绵（其上垫滤纸）的培养皿内，叶背向上，用湿脱脂棉条压住叶沿，并将每张叶片用脱脂棉条分成4~6格，1 cm^2/格，每格接1头初孵幼螨，室内温、湿度同1.3节。每品种饲养60头左右。为了保持叶片新鲜，每隔3天更换一次叶片，培养皿内有适量清水使海绵滤纸浸在水中，每天记载螨态变化。进入雌成螨后立即接1头雄螨，使之正常交配。每天记录其产卵量，直至成螨死亡。组建生命表，计算其种群参数（赵志模和周新远，1984）。

1.5 桔全爪螨卵历期的测定

田间采集14个供试品种叶片上的桔全爪螨雌成螨，室内分别饲养在相应供试品种的离体叶片上，产卵24 h后去除雌螨。所产卵置于(25±1)℃恒温光照培养箱中，相对湿度70%左右，每天光照10 h，逐日记载孵化数。

2 结果与分析

2.1 田间柑桔品种上桔全爪螨的种群动态

不同柑桔品种上桔全爪螨活动螨态的密度差异很大（表1），以北碚447上螨密度最高为5.5头/叶，台湾晚白柚和垫江白柚次之，金弹和椪柑新生系上最低。方差分析表明，北碚447和台湾晚白柚上的平均螨密度与除垫江白柚外的其余品种上的螨量差异显著。金弹和椪柑等7个品种上的螨量显著低于其余品种。这些结果表明，供试柑桔品种对桔全爪螨的抗性程度不同。

2.2 室内盆栽柑桔品种上桔全爪螨的种群动态

不同柑桔品种盆栽苗在室内接螨后的跟踪检查表明，各品种上活动螨的密度差异也很大（表2）。垫江白柚（DJWFP）上该螨平均螨量最高为22.3头/叶，显著高于其他盆栽品种上的螨密度，北碚447（BBSO）和台湾晚白柚（TWBP）上的密度次之，金弹（JD）和椪柑新生系（PK）上平均螨量最低，分别为4.4头/叶和2.8头/叶，显著少于其余品种上的螨密度。表明垫江白柚（DJWFP）感螨性强，金弹（JD）和椪柑新生系（PK）是抗螨品种。

2.3 桔全爪螨取食不同品种柑桔叶片时的发育历期

用不同品种柑桔叶片饲养桔全爪螨的结果表明，该螨未成熟期以椪柑新生系（PK）时最长（16.8天），金弹（JD）次之，台湾晚白柚（TWBP）和垫江白柚（DJWFP）最短（12.3天和12.4天）。雌成螨寿命以取食台湾晚白柚（TWBP）和垫江白柚（DJWFP）时最长，分别为12.3天和12.2天，金弹（JD）最短为8.2天，椪柑（PK）次之为8.8天。由此可见，金弹（JD）和椪柑（PK）上的桔全爪螨未成熟期最长，雌成螨寿命最短，产卵量最少，说明这两个品种不利于雌成螨取

食繁殖，表现出较强的抗螨性。台湾晚白柚（TWBP）等 4 个柚类品种和北碚 447 未成熟期较短，雌成螨寿命较长，产卵量较多。说明这几个品种有较强的感螨性。这个结果与表 1 和表 2 的结果比较一致。

表 1　田间柑桔品种上桔全爪螨活动螨的种群动态（头/叶）[1]（2002）

Table 1　Population dynamics of active citrus red mites on various varieties of citruses in field in 2002 (individuals/leaf)

品种[2] Variety	日期（月-日）Date (month-day)									平均值 Mean
	3-25	4-1	4-8	4-15	4-22	4-29	5-13	5-21	5-29	
北碚 447 BBSO	2.5	6.8	13.8	5.0	11.1	6.9	1.1	1.3	0.7	5.5 ± 1.01 a
台湾晚白柚 TWBP	5.9	10.6	8.0	8.4	4.1	5.0	0.5	0.3	0.9	4.9 ± 0.8 a
垫江白柚 DJWFP	5.7	6.1	8.9	9.4	6.8	2.1	0.6	0	0.4	4.5 ± 0.5 ab
沙田柚 STP	4.3	6.3	11.3	7.0	2.0	0.8	0.3	0.8	0.3	3.7 ± 0.4 bc
五步红心柚 WBRFP	2.4	4.4	8.8	6.1	3.9	2.5	0.3	0.4	0.6	3.3 ± 0.2 c
白柳脐橙 SN	4.1	8.4	7.7	4.5	2.3	0.9	0.2	0.5	0	3.2 ± 0.3 c
早津 ZJW	1.0	3.1	8.3	4.6	1.9	1.0	0.4	0.2	0.2	2.3 ± 0.3 d
脐血橙 WS	1.8	3.2	5.6	4.0	1.1	0.6	0.7	0	0.3	2.0 ± 0.1 e
朋娜脐橙 SBN	2.5	2.5	4.6	5.0	1.5	0.4	0.4	0	0	1.9 ± 0.1 e
丰脐 FQ	1.9	2.5	5.0	3.8	2.3	1.3	0	0	0	1.9 ± 0.2 e
大浦 OW	1.3	5.3	2.9	2.4	2.6	0.6	0.1	0	0.1	1.7 ± 0.1 e
山川 YU	0.6	2.5	5.9	2.2	1.3	0.3	0	0	0	1.4 ± 0.1 e
金弹 JD	0.6	2.3	3.3	2.9	1.0	0.6	0.2	0.2	0.2	1.3 ± 0.2 e
椪柑新生系 PK	0.8	2.5	2.1	2.1	0.4	1.0	0.4	0	0	1.1 ± 0.1 e

1）表中数据是平均值 ± 标准误，数据后有相同字母表示差异不显著（$P > 0.05$，新复极差检验）The data in the table are mean ± *SE*. The means followed by the same letter are not significantly different ($P > 0.05$) by Duncan's multiple range test. 下同 The same for the following tables.

2）BBSO：Beibei 447 sweet orange；TWBP：Taiwan bampeiyu pummelo；DJWFP：Dianjiang white-flesh pummelo；STP：Shatian pummelo；WBRFP：Wubu red flesh pummelo；SN：Shirayanagi Navel；ZJW：Zaojin Wase；WS：Washington Sanguine；SBN：Skaggs Bonanga Navel；FQ：Feng Qi；OW：Ooura Wase；YU：Yamkawa Unshu；JD：Jin Dan；PK：Ponkan NL. 下同 The same for the following tables.

表 2　在盆栽柑桔品种上桔全爪螨活动螨的种群动态（头/叶）

Table 2　Population dynamics of active citrus red mites on various varieties of potted citruses (individuals/leaf)

品种 Variety	日期（月-日）Date (month-day)													平均值 Mean
	5-14	5-19	5-22	5-26	5-29	6-2	6-4	6-9	6-11	6-16	6-19	6-23	6-25	
DJWFP	4.4	5.5	4.8	27.3	36.8	40.0	30.9	45.1	32.2	30.1	19.1	2.1	11.3	22.3 ± 4.1 a
BBSO	4.8	5.5	22.9	34.7	49.1	19.6	14.9	16.7	10.4	6.4	8.1	3.0	4.7	15.4 ± 3.8 b
TWBP	4.0	4.1	13.0	30.9	19.3	22.6	11.2	24.8	15.6	13.6	9.0	10.8	0.2	13.8 ± 3.5 b
WBRFP	4.3	3.6	2.1	21.2	20.5	10.8	23.1	33.0	19.5	14.9	8.7	1.1	5.1	12.9 ± 3.1 b
STP	4.2	6.6	13.4	23.4	29.0	18.0	14.5	19.8	11.5	6.8	8.4	1.4	5.5	12.5 ± 3.0 b
ZJW	4.0	6.0	11.5	26.6	30.3	24.3	19.1	10.0	5.3	3.3	3.2	0.6	0.9	11.1 ± 3.2 b
SN	4.7	6.4	10.7	21.6	23.6	18.7	12.3	19.9	5.4	8.8	2.7	3.2	0.8	10.7 ± 3.3 b
SBN	3.7	3.7	12.0	26.5	29.1	10.1	7.6	21.4	3.8	3.1	2.8	2.5	0	9.7 ± 2.5 bc
FQ	4.1	4.3	13.7	26.9	25.9	11.6	8.9	7.2	7.4	5.5	3.9	4.3	1.2	9.6 ± 2.9 bc
WS	4.8	4.5	13.7	19.5	24.1	13.0	10.5	10.6	5.2	4.8	5.0	3.7	0.6	9.2 ± 2.4 bc
YU	4.2	3.2	13.7	19.1	14.4	6.6	5.4	12.0	4.4	3.1	3.0	4.0	0.3	7.2 ± 1.5 c
OW	4.2	3.3	5.3	24.6	19.4	5.4	7.3	4.6	1.0	1.9	2.4	0.8	0.3	6.2 ± 1.6 c
JD	3.6	1.8	5.0	13.1	14.5	3.5	4.5	4.6	4.0	3.0	0.1	0.1	0	4.4 ± 0.8 d
PK	4.0	1.5	1.1	12.9	5.2	2.9	1.7	4.4	1.8	0.4	0.1	0.6	0	2.8 ± 0.6 d

表3 用不同柑桔品种叶片饲养时桔全爪螨的生长发育和繁殖(20~25℃)

Table 3 Performances of citrus red mites feeding on leaves from various varieties of citruses at 20–25℃

品种 Variety	历期 Duration(d)					雌成螨寿命(d) Longevity of female adults	平均产卵量 Egg production /♀
	卵 Egg	幼螨 Larva	若螨 Nymph	合计 Sum	产卵前期 Pre-oviposition		
TWBP	5.0±1.7 c	1.9±0.5 d	5.4±1.0 c	12.3±3.2 b	2.5±0.7 c	12.3±3.9 a	16.7±3.9 a
DJWFP	5.2±1.0 c	1.9±0.5 d	5.3±0.7 c	12.4±2.2 b	2.5±0.8 c	12.2±3.9 a	15.6±3.4 a
WBRFP	5.3±0.9 bc	2.0±0.4 d	5.0±1.2 c	12.3±2.5 b	2.7±0.9 c	11.8±4.5 a	14.5±2.9 a
STP	5.2±1.0 c	2.0±0.4 d	5.4±1.1 c	12.6±2.5 b	2.6±0.9 c	11.7±4.6 a	11.7±2.8 b
BBSO	5.4±0.9 bc	2.2±0.7 c	5.4±1.3 c	13.0±2.9 ab	3.0±1.3 b	11.7±3.9 a	11.6±3.0 b
SN	5.4±0.9 bc	2.2±0.6 c	5.6±0.9 c	13.2±2.4 ab	3.0±1.2 b	11.1±5.0 ab	11.1±2.6 b
SBN	5.4±0.8 bc	2.2±0.6 c	5.5±1.1 c	13.1±2.5 ab	2.9±1.0 b	11.0±5.0 ab	10.0±3.5 bc
ZJW	5.7±0.9 b	2.3±0.6 c	5.7±0.9 b	13.7±2.4 ab	3.1±1.1 b	10.1±3.2 ab	9.9±2.7 bc
FQ	6.0±1.0 b	2.3±0.7 b	5.7±1.3 b	14.0±3.0 ab	3.1±1.6 b	9.9±3.5 ab	9.0±3.7 bc
WS	5.9±1.0 b	2.4±0.7 b	6.0±0.7 b	14.3±2.4 ab	3.1±1.5 b	10.1±4.8 ab	8.7±2.7 bc
YU	5.9±1.1 b	2.5±0.7 b	6.4±1.1 a	14.8±2.9 ab	3.0±1.2 b	9.8±3.7 ab	8.4±2.2 bc
OW	6.1±1.3 b	2.7±0.6 a	6.7±1.0 a	15.5±2.9 ab	3.1±1.9 b	9.1±3.0 ab	8.0±2.1 c
JD	6.5±1.5 a	2.9±0.8 a	6.8±0.9 a	16.2±3.2 a	4.3±2.0 a	8.2±3.4 b	7.3±2.8 d
PK	6.9±1.7 a	3.0±0.9 a	6.9±1.2 a	16.8±3.8 a	4.3±1.5 a	8.8±3.6 b	6.9±1.1 d

2.4 取食不同品种柑桔时桔全爪螨实验种群参数

种群的内禀增长率、周限增长率、净增殖率等参数是环境因素对物种生长、发育和繁殖力影响的综合指标,也是判断不同柑桔品种对桔全爪螨数量动态影响和柑桔品种抗螨性的重要指标。

桔全爪螨实验种群的净增殖率(R_o)、内禀增长率(r_m)和周限增长率(λ)均是以取食垫江白柚(DJWFP)叶片者为最大,沙田柚(STP)和台湾晚白柚(TWBP)叶片次之,以椪柑(PK)和金弹(JD)最小。该螨在各供试品种上的种群加倍时间(t)和平均世代历期(T)差异不大(表4)。这些结果表明,各柑桔品种间的抗螨性存在明显差异。垫江白柚(DJWFP)、沙田柚(STP)、台湾晚白柚(TWBP)、北碚447(BBSO)等是感螨品种,有利于桔全爪螨种群的生长发育及繁殖,能较快地扩大其种群;而椪柑新生系(PK)和金弹(JD)对桔全爪螨生长发育和繁殖有一定程度的抑制作用,是抗螨品种;其他品种表现出中等程度的抗螨性。

表4 取食不同柑桔品种时桔全爪螨实验种群的主要参数(25±1℃)

Table 4 Parameters of experimental populations of the citrus red mite on various varieties of citruses at 25±1℃

品种 Variety	净增殖率 R_o	内禀增长率 r_m	周限增长率 λ	种群加倍时间(d) Time for doubling population	世代时间(d) Generation time
DJWFP	19.2771	0.3068	1.3591	2.3	9.6
STP	17.7214	0.2914	1.3383	2.4	9.9
TWBP	15.7091	0.2771	1.3193	2.5	9.9
BBSO	15.4179	0.2764	1.3184	2.5	9.9
WBRFP	12.7880	0.2751	1.3167	2.5	9.3
ZJW	12.7783	0.2609	1.2981	2.7	9.8
SN	12.5190	0.2595	1.2963	2.7	9.7
FQ	12.0388	0.2483	1.2818	2.8	10.0
SBN	10.9243	0.2431	1.2752	2.9	9.8
WS	9.8359	0.2429	1.2749	2.9	9.4
YU	9.5542	0.2326	1.2619	3.0	9.7
OW	9.4525	0.2051	1.2276	3.4	11.0
PK	9.2271	0.2041	1.2264	3.4	10.9
JD	8.3395	0.2003	1.2218	3.5	10.6

3 讨论

田间及室内试验结果表明，椪柑新生系(PK)和金弹(JD)对桔全爪螨种群生长有一定的抑制作用，抗螨能力较强，可作为抗性品种。台湾晚白柚(TWBP)、垫江白柚(DJWFP)和北碚 447(BBSO)感螨程度较高，有利于该螨种群数量的扩大，属于感螨品种。从供试的品种种类看，柚类品种和甜橙的北碚 447(BBSO)表现感螨程度较高，金柑属的金弹(JD)、宽皮柑桔类的椪柑新生系(PK)感螨程度最低，属抗性品种。其余品种表现中等程度的感螨性。甜橙类与宽皮柑桔类比较，甜橙类感螨程度相对较高，宽皮柑桔类相对较低，但宽皮柑桔类中的早津则感螨程度相对较高。

柑桔品种对桔全爪螨的抗性程度的鉴定，目前尚无统一的标准。笔者认为在室内盆栽苗叶上接螨，螨口基数一致，叶片数量和环境条件容易控制，结束时间基本一致，便于操作。可以用作评价供试品种抗螨能力的初步鉴定标准，再用实验种群生命参数作为抗性鉴定的进一步佐证，二者结合可基本鉴定其抗螨性程度。

桔全爪螨有趋嫩习性，其发生与嫩梢抽发有关，而抽梢与气候、栽培管理关系密切，在进一步研究其抗性机制时需要综合考虑这些问题。

参考文献(References)

Lei HD, Zhu WS, Hu JH, Qian KM, Huang TL, 1997. Studies on the resistance of some citrus biotypes to citrus leaf miner (*Phyllocnistis citrella* Staint.). *Journal of Southwest Agricultural University*, 19(3): 217－220. [雷慧德，朱伟生，胡军华，钱克明，黄同陵，1997. 柑桔对潜叶蛾抗性鉴定. 西南农业大学学报，19(3): 217－220]

Li HJ, 2001. A preliminary report on resistance of citrus biotypes to citrus red mite. *South China Fruits*, 30(4): 18. [李鸿筠，2001. 柑桔种质资源对桔全爪螨抗性调查初报. 中国南方果树，30(4): 18]

Marxwell FG (Translated by Zhai FL), 1985. The Crop Breeding and Resistance to Insects. Beijing: China Agriculture Press. 1－254, 494－572. [Marxwell FG 著(翟凤林译)，1985. 植物抗虫育种. 北京：农业出版社. 1－254, 494－572]

Singh SP, Bao NS, Kumar KK, Bhumannavar BS, 1988. Field screening of citrus germplasm against the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton. *Indian J. Ent*, 50(1): 69－75.

Xuan JY, 1991. The Outline of Plant Resistance to Insects. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press. 1－245. [轩静渊，1991. 植物抗虫性概论. 成都：四川科学技术出版社. 1－245]

Zhai FL, Yuan SC, 1987. The Principles and Methods of Crop Breeding and Resistance to Insects. Beijing: Science and Technology Press. 1－95, 173－184. [翟凤林，袁士畴，1987. 作物抗虫育种原理与方法. 北京：科学技术出版社. 1－95, 173－184]

Zhao ZM, Zhou XY, 1984. Introduction to Ecology. Chongqing: Science Technology Press. 35－57. [赵志模，周新远，1984. 生态学引论. 重庆：科学技术文献出版社重庆分社. 35－57]

(责任编辑：袁德成)